

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-192701

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 10-262546

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 17.09.1998

(72)Inventor : FURUHATA YUTAKA

MIYATA YOSHINAO

MIZUTANI HAJIME

(30)Priority

Priority number : 09252213
09307436Priority date : 17.09.1997
10.11.1997

Priority country : JP

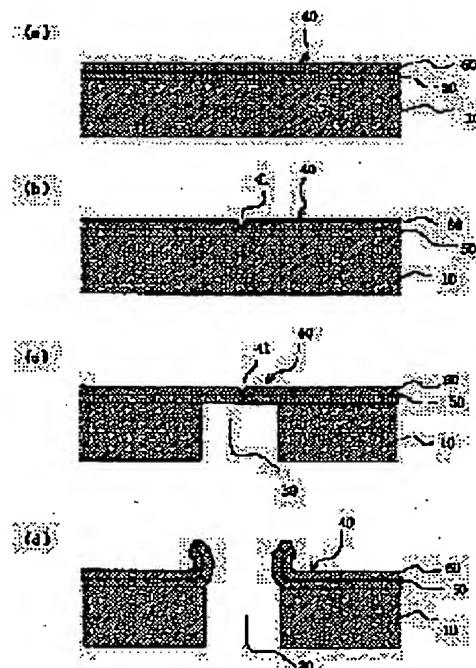
JP

(54) MICRODEVICE, INK JET RECORDING HEAD, PRODUCTION OF THEM, AND INK JET RECORDING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a microdevice producing method capable of efficiently and certainly forming a through-hole part, a microdevice, an ink jet recording head, a method for producing the same, and an ink jet recording apparatus.

SOLUTION: In a microdevice wherein a multilayered film structure constituting an active plate and an active plate driving part is provided on one surface of a substrate, the through-hole 30 piercing the substrate and the fragile part 41 provided so as to traverse the peripheral edge of the part becoming the through-hole 30 of a multilayered film 40 or the part becoming the through-hole 30 and relatively thinner than other part are provided. By cutting the multilayered film 40 along or inside the fragile part 41, an opening can be formed in the multilayered film as the through-hole 30.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

EXPRESS MAIL LABEL

NO.: EV 327550866 US

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-192701

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int.Cl.^{*}

識別記号

F I

B 4 1 J 2/045
2/055
2/16

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数39 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-262546

(22) 出願日 平成10年(1998) 9月17日

(31) 優先権主張番号 特願平9-252213

(32) 優先日 平9(1997) 9月17日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-307436

(32) 優先日 平9(1997) 11月10日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 古畑 豊

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 宮田 佳直

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 水谷 啓

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

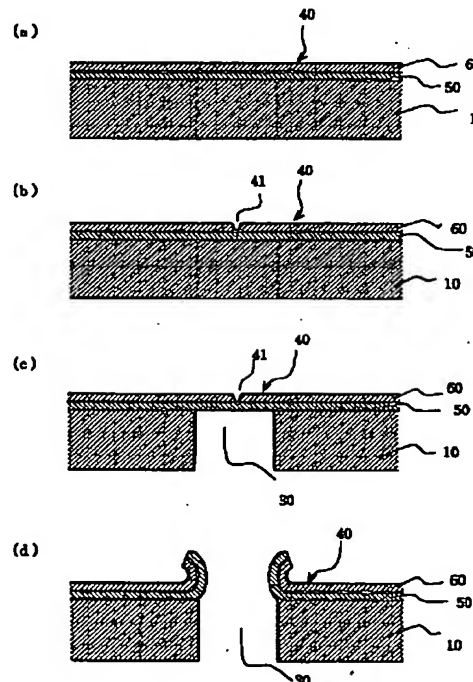
(74) 代理人 弁理士 栗原 浩之

(54) 【発明の名称】 マイクロデバイス、インクジェット式記録ヘッド及びこれらの製造方法並びにインクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 貫通部を効率よく、且つ確実に形成できるマイクロデバイスの製造方法及びマイクロデバイス、特に、インクジェット式記録ヘッドの製造方法及びインクジェット式記録ヘッド並びにインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 基板の一方面に能動板と当該能動板を駆動する能動板駆動部とを構成する多層膜構造を有するマイクロデバイスにおいて、前記基板を貫通する貫通孔30と、前記多層膜40の前記貫通孔30となる部分の周縁又は当該貫通孔30となる部分を横断して設けられ且つ他の部分よりも相対的に厚さの薄い脆弱部41とを具備することにより、脆弱部41に沿って、又はその内側で多層膜40を切断することにより、多層膜40に開口を形成して貫通孔30を形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の一方面に能動板と当該能動板を駆動する能動板駆動部とを構成する多層膜構造を有するマイクロデバイスにおいて、

前記基板を貫通する貫通孔と、前記多層膜の前記貫通孔となる部分の周縁又は当該貫通孔となる部分を横断して設けられ且つ他の部分よりも相対的に厚さの薄い脆弱部とを具備することを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項2】 請求項1において、前記貫通孔となる部分を覆う前記多層膜は、少なくとも上層に引っ張り方向の面内応力を有する膜を有して当該多層膜全体の面内応力が引っ張り方向となるものであり、前記脆弱部は、前記多層膜の前記貫通孔となる部分の縁部に沿って又は当該貫通孔となる部分を横断して設けられて且つ他の部分よりも相対的に脆性の低い脆弱切断部を含むことを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項3】 請求項2において、前記脆弱切断部が帯状に形成されていることを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項4】 請求項2又は3において、前記脆弱切断部が、前記多層膜の少なくとも一層に形成された切欠き溝であることを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項5】 請求項2～4の何れかにおいて、前記多層膜が、圧縮応力を有する酸化シリコン膜と、この酸化シリコン膜上に形成されて引っ張り応力を有する金属膜とを有することを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項6】 請求項5において、前記多層膜が、さらに、引っ張り応力を有する絶縁体層を上層に有することを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項7】 請求項5又は6において、前記脆弱切断部が、前記多層膜の少なくとも金属膜の厚さの少なくとも一部に形成された切欠き溝であることを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項8】 請求項1～7の何れかにおいて、前記脆弱部は、前記貫通孔となる部分を囲むと共に前記多層膜の周囲より全体の膜厚が薄い帯状の薄膜部を含むことを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項9】 請求項8において、さらに、前記薄膜部の内側に当該薄膜部より相対的に厚い膜厚を有する厚膜部を有することを特徴とするマイクロデバイス。

【請求項10】 請求項1～9の何れかのマイクロデバイスを備えたインクジェット式記録ヘッドであり、前記マイクロデバイスは、ノズル開口に連通する圧力発生室が前記基板に形成され、前記基板の一方面に前記能動板として前記圧力発生室に対応する弾性膜又は下電極からなる振動板と、前記能動板駆動部として下電極、圧電体層、上電極からなる圧電素子とを多層構造として具備するものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項11】 請求項10において、前記脆弱部が、

前記振動板からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項12】 請求項10において、前記脆弱部が、前記振動板の厚さ方向の一部を除去したものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項13】 請求項10において、前記脆弱部が、前記弾性膜からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項14】 請求項10において、前記脆弱部が、前記弾性膜の厚さ方向の一部を除去したものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項15】 請求項10～14の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【請求項16】 基板の一方面に能動板と当該能動板を駆動する能動板駆動部とを構成する多層膜構造を有するマイクロデバイスの製造方法において、

前記基板を貫通する貫通孔となる部分の周縁又は当該貫通孔となる部分を横断して、前記多層膜に当該多層膜の他の部分よりも相対的に厚さの薄い脆弱部を形成するステップと、前記貫通孔となる部分を前記基板の他方面からエッチングすることにより前記多層膜まで貫通する貫通部を形成するステップと、前記貫通部を形成後、前記脆弱部に沿って又は当該脆弱部の内側で前記多層膜を切断して当該多層膜に開口を形成して前記貫通孔を形成するステップとを具備することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項17】 請求項16において、前記貫通孔を形成前に、前記基板を貫通する貫通孔となる部分を覆う多層膜の少なくとも上層に引っ張り方向の面内応力を有する膜を設けて当該多層膜全体の面内応力を引っ張り方向とするステップを有し、前記貫通部を形成後に、前記引っ張り方向の面内応力を利用して前記多層膜に開口を形成して前記貫通孔を形成することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項18】 請求項17において、前記脆弱部は、前記多層膜の前記貫通孔となる部分の縁部に沿って且つ他の部分よりも相対的に脆性の低い脆弱切断部を含むことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項19】 請求項17又は18において、前記脆弱部は、前記多層膜の前記貫通孔となる部分を横断して設けられて且つ他の部分よりも相対的に脆性の低い脆弱切断部を含むことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項20】 請求項18又は19において、前記脆弱切断部が帯状に形成されていることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項21】 請求項17～20の何れかにおいて、前記脆弱切断部が、前記多層膜の少なくとも一層に形成された切欠き溝であることを特徴とするマイクロデバイ

スの製造方法。

【請求項22】 請求項17～21の何れかにおいて、前記多層膜が、圧縮応力を有する酸化シリコン膜と、この酸化シリコン膜上に形成されて引っ張り応力を有する金属膜とを有することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項23】 請求項22において、前記多層膜が、さらに、引っ張り応力を有する絶縁体層を上層に有することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項24】 請求項22又は23において、前記脆弱切断部が、前記多層膜の少なくとも金属膜の厚さの少なくとも一部に形成された切欠き溝であることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項25】 請求項16～24の何れかにおいて、前記貫通孔となる部分の前記多層膜を押圧することにより前記開口を形成することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項26】 請求項25において、前記押圧を前記貫通部側から行うことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項27】 請求項25又は26において、前記押圧の前に前記脆弱切断部の少なくとも一部に亀裂を生じさせることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項28】 請求項16～27の何れかにおいて、前記脆弱部は、前記貫通孔となる部分を囲むと共に前記多層膜の周囲より全体の膜厚が薄い帯状の薄膜部を含むことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項29】 請求項28において、前記脆弱部を形成するステップは、前記薄膜部と、この薄膜部より全体として膜厚が厚く且つ前記貫通孔となる部分を覆う蓋部とを形成するステップを含み、前記貫通部を形成後、前記貫通孔が前記蓋部を除去することにより形成されることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項30】 請求項29において、前記薄膜部の少なくとも外縁部が前記貫通孔となる部分を囲んでいることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項31】 請求項29又は30において、前記蓋部の除去を吸引又は吹飛ばしながら物理的に行うことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項32】 請求項29～31の何れかにおいて、前記蓋部の除去を機械的加工又はレーザ加工により行うことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項33】 請求項29～31の何れかにおいて、前記蓋部の除去をエッチングにより行うことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項34】 請求項16～33の何れかにおいて、前記基板がシリコン単結晶基板であり、前記多層膜構造が成膜及びリソグラフィ法により形成されることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法。

【請求項35】 請求項16～34の何れかのマイクロ

デバイスの製造方法によるインクジェット式記録ヘッドの製造方法であり、

前記マイクロデバイスは、ノズル開口に連通する圧力発生室が前記基板に形成され、前記基板の一方面に前記能動板として前記圧力発生室に対応する弾性膜又は下電極からなる振動板と、前記能動板駆動部として下電極、圧電体層、上電極からなる圧電素子を多層構造として具備するものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

10 【請求項36】 請求項35において、前記蓋部が前記振動板と、前記能動板駆動部としての下電極、前記圧電体層及び前記上電極の少なくとも一層とからなり、前記脆弱部が前記振動板からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項37】 請求項35において、前記蓋部が少なくとも前記振動板からなり、前記脆弱部が前記振動板の厚さ方向の一部を除去したものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

20 【請求項38】 請求項35において、前記蓋部が少なくとも前記振動板からなり、前記脆弱部が前記弾性膜からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【請求項39】 請求項35において、前記蓋部が前記弾性膜からなり、前記脆弱部が前記弾性膜の厚さ方向の一部を除去したものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロデバイスの製造方法及びマイクロデバイスに関し、特に、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を介して圧電素子を設けて、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドの製造方法及びインクジェット式記録ヘッド並びにインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

40 【従来技術】従来より、基板の一方面に他方面への能動板及び当該能動板を駆動する能動板駆動部を有するマイクロデバイス的一种としてインクジェット式記録ヘッドがある。

【0003】このインクジェット式記録ヘッドは、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるものであり、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

50 【0004】前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ

て、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0005】これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0006】一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0007】これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0008】また、この場合、基板として、例えばシリコン単結晶基板を用い、圧力発生室やリザーバ等の流路を異方性エッチングにより形成し、圧力発生室の開口面積を可及的に小さくして記録密度の向上を図ることが可能である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したようなシリコン単結晶基板を異方性エッチングする際には、圧力発生室と同時に、貫通孔となる部分、例えば、位置決めのための基準孔、インク導入のためのインク導入口、ウェハ上に複数のチップを形成する場合のチップ毎の分離を行うための分離孔などを形成する。この際、一般には、最下層の二酸化シリコン膜のみを残してシリコン単結晶基板をエッチングした後、貫通孔の部分の膜をエッチング又は物理的に除去するが、膜の除去の際に貫通孔の周囲までオーバーエッチングされてしまったり、又は貫通孔の周囲の膜剥離の原因になったりするという問題がある。また、二酸化シリコン膜のみを残した場合、膜欠陥により、エッチングガス又はエッチング液が反対側に侵入してしまうという問題がある。さらに、特に、基準ピン等を入挿することによって物理的に除去する場合、遊離した膜が発生して基準ピン等と貫通孔との間にかみ込まれ、芯合わせ不良等が発生するという問題がある。

【0010】このような問題はインクジェット式記録ヘッドだけではなく、基板の一方側に能動板及び能動板駆動部を有するマイクロセンサなどのマイクロデバイスについても存在する。

【0011】本発明は、このような事情に鑑み、貫通部を効率よく、且つ確実に形成できるマイクロデバイスの製造方法及びマイクロデバイス、特に、インクジェット式記録ヘッドの製造方法及びインクジェット式記録ヘッド並びにインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の第1の態様は、基板の一方面に能動板と当該能動板を駆動する能動板駆動部とを構成する多層膜構造を有するマイクロデバイスにおいて、前記基板を貫通する貫通孔と、前記多層膜の前記貫通孔となる部分の周縁又は当該貫通孔となる部分を横断して設けられ且つ他の部分よりも相対的に厚さの薄い脆弱部とを具備することを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0013】かかる第1の態様では、脆弱部を介して多層膜が容易に切断されて貫通孔を簡便に形成でき、また、貫通部形成時の薄膜の飛散が防止され、貫通孔に基準ピン等を確実に嵌合できる。

【0014】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記貫通孔となる部分を覆う前記多層膜は、少なくとも上層に引っ張り方向の面内応力を有する膜を有して当該多層膜全体の面内応力が引っ張り方向となるものであり、前記脆弱部は、前記多層膜の前記貫通孔となる部分の縁部に沿って又は当該貫通孔となる部分を横断して設けられて且つ他の部分よりも相対的に脆性の低い脆弱切断部を含むことを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0015】かかる第2の態様では、貫通孔形成時に、多層膜が縁部に沿ってめくれ上がり、基準ピン等と貫通孔との当接が確実にできる。

【0016】本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記脆弱切断部が帯状に形成されていることを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0017】かかる第3の態様では、多層膜が帯状の脆弱切断部に沿って容易に切断され、流路形成基板に貫通孔をさらに簡便に形成できる。

【0018】本発明の第4の態様は、第2又は3の態様において、前記脆弱切断部が、前記多層膜の少なくとも一層に形成された切欠き溝であることを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0019】かかる第4の態様では、多層膜は切欠き溝に沿って容易に切断され、流路形成基板に貫通孔を簡便に形成できる。

【0020】本発明の第5の態様は、第2～4の何れかの態様において、前記多層膜が、圧縮応力を有する酸化シリコン膜と、この酸化シリコン膜上に形成されて引っ張り応力を有する金属膜とを有することを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0021】かかる第5の態様では、多層膜が、酸化シ

リコン膜の応力と金属膜の応力とにより全体として引っ張り応力となり、流路形成基板に貫通孔を簡便に形成できる。

【0022】本発明の第6の態様は、第5の態様において、前記多層膜が、さらに、引っ張り応力を有する絶縁体層を上層に有することを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0023】かかる第6の態様では、多層膜の全体の引っ張り応力が強くなり、貫通孔形成時に、多層膜が確実にめくれ上がり、流路形成基板に貫通孔をさらに簡便に形成できる。

【0024】本発明の第7の態様は、第5又は6の態様において、前記脆弱切断部が、前記多層膜の少なくとも金属膜の厚さの少なくとも一部に形成された切欠き溝であることを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0025】かかる第7の態様では、多層膜は金属膜の切欠き溝で容易に切断され、流路形成基板に貫通孔がさらに簡便に形成できる。

【0026】本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記脆弱部は、前記貫通孔となる部分を囲むと共に前記多層膜の周囲より全体の膜厚が薄い帯状の薄膜部を含むことを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0027】かかる第8の態様では、多層膜が薄膜部の外側まで剥離するのを防止できる。

【0028】本発明の第9の態様は、第8の態様において、さらに、前記薄膜部の内側に当該薄膜部より相対的に厚い膜厚を有する厚膜部を有することを特徴とするマイクロデバイスにある。

【0029】かかる第9の態様では、薄膜部の内部に貫通孔を覆う蓋を除去した際に残った厚膜部が存在する。

【0030】本発明の第10の態様は、第1～9の何れかのマイクロデバイスを備えたインクジェット式記録ヘッドであり、前記マイクロデバイスは、ノズル開口に連通する圧力発生室が前記基板に形成され、前記基板の一方面に前記能動板として前記圧力発生室に対応する弾性膜又は下電極からなる振動板と、前記能動板駆動部として下電極、圧電体層、上電極からなる圧電素子とを多層構造として具備するものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0031】かかる第10の態様では、流路形成基板に貫通孔を簡便に形成できるインクジェット式記録ヘッドが実現される。

【0032】本発明の第11の態様は、第10の態様において、前記脆弱部が、前記振動板からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0033】かかる第11の態様では、多層膜が脆弱部に沿って又はその内側で切断され、貫通孔の周囲の多層膜への影響が回避される。

【0034】本発明の第12の態様は、第10の態様に

において、前記脆弱部が、前記振動板の厚さ方向の一部を除去したものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0035】かかる第12の態様では、多層膜が脆弱部に沿って又はその内側で確実に切断さ、貫通孔の周囲の多層膜への影響が回避される。

【0036】本発明の第13の態様は、第10の態様において、前記脆弱部が、前記弾性膜からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0037】かかる第13の態様では、多層膜が脆弱部に沿って又はその内側で確実に切断され、貫通孔の周囲の多層膜への影響が回避される。

【0038】本発明の第14の態様は、第10の態様において、前記脆弱部が、前記弾性膜の厚さ方向の一部を除去したものであることを特徴とするインクジェット式記録にある。

【0039】かかる第14の態様では、多層膜が脆弱部に沿って又はその内側で確実に切断され、貫通孔の周囲の多層膜への影響が回避される。

【0040】本発明の第15の態様は、第10～14の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0041】かかる第15の態様では、ヘッドを確実に且つ簡便に製造することができ、インクジェット式記録装置の製造が容易となる。

【0042】本発明の第16の態様は、基板の一方面に能動板と当該能動板を駆動する能動板駆動部とを構成する多層膜構造を有するマイクロデバイスの製造方法において、前記基板を貫通する貫通孔となる部分の周縁又は当該貫通孔となる部分を横断して、前記多層膜に当該多層膜の他の部分よりも相対的に厚さの薄い脆弱部を形成するステップと、前記貫通孔となる部分を前記基板の他方面からエッチングすることにより前記多層膜まで貫通する貫通部を形成するステップと、前記貫通部を形成後、前記脆弱部に沿って又は当該脆弱部の内側で前記多層膜を切断して当該多層膜に開口を形成して前記貫通孔を形成するステップとを具備することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0043】かかる第16の態様では、貫通孔を簡便に形成でき、また、貫通部形成時の薄膜の飛散が防止され、貫通孔に基準ピン等を確実に嵌合できる。

【0044】本発明の第17の態様は、第16の態様において、前記貫通孔を形成前に、前記基板を貫通する貫通孔となる部分を覆う多層膜の少なくとも上層に引っ張り方向の面内応力を有する膜を設けて当該多層膜全体の面内応力を引っ張り方向とするステップを有し、前記貫通部を形成後に、前記引っ張り方向の面内応力を利用して前記多層膜に開口を形成して前記貫通孔を形成することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0045】かかる第17の態様では、多層膜が縁部に

10

20

30

40

50

沿ってめくれ上がり、基準ピン等と貫通孔との当接が確実にできる。

【0046】本発明の第18の態様は、第17の態様において、前記脆弱部は、前記多層膜の前記貫通孔となる部分の縁部に沿って且つ他の部分よりも相対的に脆性の低い脆弱切断部を含むことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0047】かかる第18の態様では、貫通孔形成時に、多層膜が縁部に沿ってめくれ上がり、基準ピン等と貫通孔との当接が確実にできる。

【0048】本発明の第19の態様は、第17又は18の態様において、前記脆弱部は、前記多層膜の前記貫通孔となる部分を横断して設けられて且つ他の部分よりも相対的に脆性の低い脆弱切断部を含むことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0049】かかる第19の態様では、多層膜が貫通孔の中央部で切断され、縁部に沿って確実にめくれ上がり、基準ピン等と貫通孔との当接が確実にできる。

【0050】本発明の第20の態様は、第18又は19の態様において、前記脆弱切断部が帯状に形成されていることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0051】かかる第20の態様では、多層膜が帯状の脆弱部に沿って切断され、貫通孔をさらに簡便に形成できる。

【0052】本発明の第21の態様は、第17～20の何れかの態様において、前記脆弱切断部が、前記多層膜の少なくとも一層に形成された切欠き溝であることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0053】かかる第21の態様では、多層膜は切り欠き溝に沿って容易に切断され、貫通孔を簡便に形成できる。

【0054】本発明の第22の態様は、第17～21の何れかの態様において、前記多層膜が、圧縮応力を有する酸化シリコン膜と、この酸化シリコン膜上に形成されて引っ張り応力を有する金属膜とを有することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0055】かかる第22の態様では、多層膜が、酸化シリコン膜の応力と金属膜の応力とにより全体として引っ張り応力となり、貫通孔を簡便に形成できる。

【0056】本発明の第23の態様は、第22の態様において、前記多層膜が、さらに、引っ張り応力を有する絶縁体層を上層に有することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0057】かかる第23の態様では、多層膜の全体の引っ張り応力が強くなり、多層膜が確実にめくれ上がり、貫通孔をさらに簡便に形成できる。

【0058】本発明の第24の態様は、第22又は23の態様において、前記脆弱切断部が、前記多層膜の少なくとも金属膜の厚さの少なくとも一部に形成された切欠

き溝であることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0059】かかる第24の態様では、金属膜の切欠き溝で容易に切断される。

【0060】本発明の第25の態様は、第16～24の何れかの態様において、前記貫通孔となる部分の前記多層膜を押圧することにより前記開口を形成することを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0061】かかる第25の態様では、押圧で開口を形成することにより、脆弱部に沿って多層膜がめくれ上がり、所望の形状の貫通孔が得られる。

【0062】本発明の第26の態様は、第25の態様において、前記押圧を前記貫通部側から行うことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0063】かかる第26の態様では、貫通部側から押圧を行うことで、多層膜が貫通孔の外部にめくれ上がり、貫通孔を確実に形成できる。

【0064】本発明の第27の態様は、第25又は26の態様において、前記押圧の前に前記脆弱切断部の少なくとも一部に亀裂を生じさせることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0065】かかる第27の態様では、脆弱部の一部に亀裂が生じた結果、容易に貫通孔が形成できる。

【0066】本発明の第28の態様は、第16～27の何れかの態様において、前記脆弱部は、前記貫通孔となる部分を囲むと共に前記多層膜の周囲より全体の膜厚が薄い帯状の薄膜部を含むことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0067】かかる第28の態様では、多層膜が薄膜部の外側まで剥離されることがない。

【0068】本発明の第29の態様は、第28の態様において、前記脆弱部を形成するステップは、前記薄膜部と、この薄膜部より全体として膜厚が厚く且つ前記貫通孔となる部分を覆う蓋部とを形成するステップを含み、前記貫通部を形成後、前記貫通孔が前記蓋部を除去することにより形成されることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0069】かかる第29の態様では、貫通孔のエッチングの際には、蓋部によりエッチング漏れが防止され、エッチング後の蓋部の除去の際には、貫通孔周辺部に薄膜部があるので、除去が簡便且つ確実に行える。

【0070】本発明の第30の態様は、第29の態様において、前記薄膜部の少なくとも外縁部が前記貫通孔となる部分を囲んでいることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0071】かかる第30の態様では、薄膜部の少なくとも外縁部が貫通孔となる部分を囲んでいるため、薄膜部内縁部は貫通孔内に対向する位置にあってもよい。

【0072】本発明の第31の態様は、第29又は30の態様において、前記蓋部の除去を吸引又は吹飛ばしな

がら物理的に行うことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0073】かかる第31の態様では、エッチング後、蓋部を物理的に除去する際、剥離部等が吸引により除去される。

【0074】本発明の第32の態様は、第29～31の何れかの態様において、前記蓋部の除去を機械的加工又はレーザ加工により行うことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0075】かかる第32の態様では、エッチング後の蓋部の除去を針等により、又はレーザ照射により簡便に行い、その際、薄膜部によりその周囲の膜への悪影響が防止される。

【0076】本発明の第33の態様は、第29～31の何れかの態様において、前記蓋部の除去をエッチングにより行うことを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0077】かかる第33の態様では、エッチング後の蓋部の除去をエッチングにより確実に行い、その際、薄膜部によりオーバーエッチングによる周囲の膜への影響が防止される。

【0078】本発明の第34の態様は、第16～33の何れかの態様において、前記基板がシリコン単結晶基板であり、前記多層膜構造が成膜及びリソグラフィ法により形成されることを特徴とするマイクロデバイスの製造方法にある。

【0079】かかる第34の態様では、シリコン単結晶基板の異方性エッチングにより貫通孔が形成でき、その際のエッチング及び開口作業等を簡便且つ確実に行うことができる。

【0080】本発明の第35の態様は、第16～34の何れかの態様のマイクロデバイスの製造方法によるインクジェット式記録ヘッドの製造方法であり、前記マイクロデバイスは、ノズル開口に連通する圧力発生室が前記基板に形成され、前記基板の一方面に前記駆動板として前記圧力発生室に対応する弾性膜及び又は下電極からなる振動板と、前記駆動板駆動部として下電極、圧電体層、上電極からなる圧電素子とを多層構造として具備するものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0081】かかる第35の態様では、インクジェット式記録ヘッドの流路形成基板に形成する基準孔等の貫通孔の形成を確実且つ簡便に行うことができる。

【0082】本発明の第36の態様は、第35の態様において、前記蓋部が前記振動板と、前記駆動板駆動部としての下電極、前記圧電体層及び前記上電極の少なくとも一層とからなり、前記脆弱部が前記振動板からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0083】かかる第36の態様では、振動板によりエ

ッチングの際の漏れが確実に防止され、また、開口作業を簡便且つ確実に行うことができる。

【0084】本発明の第37の態様は、第35の態様において、前記蓋部が少なくとも前記振動板からなり、前記脆弱部が前記振動板の厚さ方向の一部を除去したものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0085】かかる第37の態様では、脆弱部の膜が薄いので、エッチング後の膜の切断又は除去を簡便且つ確実に行うことができる。

【0086】本発明の第38の態様は、第35の態様において、前記蓋部が少なくとも前記振動板からなり、前記脆弱部が前記弾性膜からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0087】かかる第38の態様では、脆弱部の膜が非常に薄いので、エッチング後の膜の切断又は除去を非常に簡便且つ確実に行うことができる。

【0088】本発明の第39の態様は、第35の態様において、前記蓋部が前記弾性膜からなり、前記脆弱部が前記弾性膜の厚さ方向の一部を除去したものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドの製造方法にある。

【0089】かかる第39の態様では、脆弱部の膜が非常に薄いか全くないので、エッチング後の膜の切断又は除去を非常に簡便且つ確実に行うことができる。

【0090】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0091】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2（a）及び（b）は、その1つの圧力発生室の長手方向及びそれに交差する方向におけるそれぞれの断面構造を示す図である。

【0092】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位（110）のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300μm程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280μm程度、より望ましくは220μm程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0093】流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ0.1～2μmの弾性膜50が形成されている。

【0094】一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、複数の隔壁11により区画された圧力発生室12の列13が2列と、2列の圧力発生室12の三方を囲むように略コ字状に配置されたリザーバ14と、各圧力発生室1

2とリザーバ14とを一定の流体抵抗で連通するインク供給口15がそれぞれ形成されている。なお、リザーバ14の略中央部には、外部から当該リザーバ14にインクを供給するためのインク導入口16が形成されている。

【0095】ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)面と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッチングレートと比較して(111)面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0096】本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。ここで、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。また各圧力発生室12の一端に連通する各インク供給口15は、圧力発生室12より浅く形成されている。すなわち、インク供給口15は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0097】なお、流路形成基板10の対角線上の二つの隅部には、流路形成基板10の位置合わせのための基準孔30が形成されている。

【0098】また、流路形成基板10の開口面側には、各圧力発生室12のインク供給口15とは反対側で連通するノズル開口17が穿設されたノズルプレート18が接着剤や熱溶着フィルム等を介して固着されている。なお、ノズルプレート18は、厚さが例えば、0.1~1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば2.5~4.5[$\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$]であるガラスセラミックス、又は不銹鋼などからなる。ノズルプレート18は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。なお、ノズルプレート18には、流路形成基板10の基準孔30に対応する位置に基準孔19が形成されている。

【0099】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口17の大きさと、吐出するインク滴の量、吐出

スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口17は数十 μm の径で精度よく形成する必要がある。

【0100】一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、約0.5 μm の下電極膜60と、厚さが例えば、約1 μm の圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1 μm の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体膜70、及び上電極膜80を含む部分という。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体駆動部320という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体駆動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、上述した例では、弾性膜50及び下電極膜60が振動板として作用するが、下電極膜が弾性膜を兼ねるようにしてもよい。

【0101】そして、このような流路形成基板10及びノズルプレート18は、これらを保持する凹部を有する固定部材20に固定される。なお、固定部材20にも、流路形成基板10の基準孔30と対応する位置に基準孔20aが形成されている。

【0102】ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10上に、圧電体膜70等を形成するプロセスを図3及び図4を参照しながら説明する。

【0103】図3(a)に示すように、まず、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100℃の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜50を形成する。

【0104】次に、図3(b)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を形成する。下電極膜60の材料としては、Pt等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルゲル法で成膜する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600~1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてPZTを用いた場合には、PbOの拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由からPtが好適である。

【0105】次に、図3(c)に示すように、圧電体膜70を成膜する。この圧電体膜70の成膜にはスパッタリング法を用いることもできるが、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾルゲル法を用いている。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。

【0106】次に、図3(d)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、Al、Au、Ni、Pt等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、Ptをスパッタリングにより成膜している。

【0107】次に、図3(e)に示すように、各圧力発生室12それぞれに対して圧電素子を配設するように、上電極膜80及び圧電体膜70のパターニングを行う。図3(e)では圧電体膜70を上電極膜80と同一のパターンでパターニングを行った場合を示しているが、上述したように、圧電体膜70は必ずしもパターニングを行う必要はない。これは、上電極膜80のパターンを個別電極として電圧を印加した場合、電界はそれぞれの上電極膜80と、共通電極である下電極膜60との間にかかるのみで、その他の部位には何ら影響を与えないためである。しかしながら、この場合には、同一の排除体積を得るためには大きな電圧印加が必要となるため、圧電体膜70もパターニングするのが好ましい。また、この後、下電極膜60をパターニングして不要な部分を除去する。

【0108】ここで、パターニングには、レジストパターンを形成した後、エッチング等を行うことにより実施する。

【0109】レジストパターンは、例えば、ネガレジストをスピンコートなどにより塗布し、所定形状のマスクを用いて露光・現像・ベークを行うことにより形成する。なお、勿論、ネガレジストの代わりにポジレジストを用いてもよい。

【0110】また、エッチングは、ドライエッチング装置、例えば、イオンミリング装置を用いて二酸化シリコンからなる弾性膜50が露出するまで行う。なお、エッチング後には、レジストパターンをアッシング装置等を用いて除去する。

【0111】また、ドライエッチング法としては、イオンミリング法以外に、反応性エッチング法等を用いてもよい。また、ドライエッチングの代わりにウェットエッチングを用いることも可能であるが、ドライエッチング法と比較してパターニング精度が多少劣り、上電極膜80の材料も制限されるので、ドライエッチングを用いるのが好ましい。

【0112】次いで、図4(a)に示すように、上電極

膜80の周縁部及び圧電体膜70の側面を覆うように絶縁体層90を形成する。この絶縁体層90の材料は、本実施形態ではネガ型の感光性ポリイミドを用いている。

【0113】次に、図4(b)に示すように、絶縁体層90をパターニングすることにより、各連通部14に対向する部分にコンタクトホール90aを形成する。このコンタクトホール90aは、後述するリード電極100と上電極膜80との接続をするためのものである。

【0114】次に、例えば、Cr-Auなどの導電体を全面に成膜した後、パターニングすることにより、リード電極100を形成する。

【0115】以上が膜形成プロセスである。このようにして膜形成を行った後、図4(c)に示すように、前述したアルカリ溶液によるシリコン単結晶基板の異方性エッチングを行い、圧力発生室12等を形成する。なお、以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。

【0116】ここで、異方性エッチング処理により、圧力発生室12と共に、上述したインク導入口16、基準孔30、並びに各チップに分離するためにチップ間に形成される分離孔などの貫通孔が同時に形成されるが、本実施形態では、後述する工程で、多層膜の貫通孔となる部分に他の部分より脆性の低い切欠き部を設けることにより、エッチング後の貫通作業を簡便且つ確実に進めるようにしている。

【0117】例えば、基準孔30となる部分を覆う多層膜40に、所定形状の切欠き部41を上述した膜形成プロセスと一緒に形成する。

【0118】すなわち、図5(a)に示すように、まず、流路形成基板10上に多層膜40を形成する。この多層膜40は、本実施形態では、下層が、圧縮方向の面内応力を有する、例えば、酸化シリコン等で形成される弾性膜50であり、上層が、引っ張り方向の面内応力を有する、例えば、プラチナ等で形成される下電極膜60である。このとき、多層膜40全体としては、引っ張り方向の応力を有するように形成する。

【0119】次いで、図5(b)に示すように、所定パターンの切欠き部41をエッチング等により形成する。この切欠き部41は、本実施形態では、図6(a)に示すように、略六角形の基準孔30の互いに対向する二辺を残した四つの辺、及びそれらを繋ぐ一本の対角線上に、全体として、略H字状に形成されている。この切欠き部41のパターンは、特に限定されず、例えば、図6(b)に示すように、略六角形の基準孔30の三本の対角線上に形成するようにしてもよい。すなわち、切欠き部41に沿って切断された場合には、多層膜40の一部は切断されておらず、且つその切断線に沿って、多層膜40がめくれ上がった場合に、基準ピン等が当接する

縁が完全に露出するようなパターンとする。

【0120】また、切欠き部41の大きさは、特に限定されないが、下電極膜60の厚さ方向の少なくとも一部まで形成されることが好ましい。また、切欠き部41の形状も、特に限定されず、本実施形態では、断面略V字状の溝としたが、例えば、断面が半円、又は矩形の凹溝としてもよい。

【0121】次いで、図5(c)に示すように、この状態で、基準孔30のエッチングを行い、図5(d)に示すように、多層膜40の基準孔30に対応する部分を貫通することにより、基準孔30を開口する。

【0122】この多層膜40の貫通工程は、例えば、基準孔30側から機械的に押圧を加えたり、又は、切欠き部41の一部をレーザー光の照射等で切断したり、切欠き部41の一部を切断した後、基準孔30側から押圧したりすることにより、多層膜40が内部の引っ張り応力により上方にめくれあがることを利用して行う。

【0123】このような貫通作業において、多層膜40は、前述のように、少なくとも一部に切欠き部41が形成されていない部分を有するため、切断片が飛散することがない。また、基準孔30に基準ピン49等を嵌合する際に、図7に示すように、基準ピン49等が当接する縁線に沿って、多層膜40が確実にめくれあがるので、多層膜40が基準ピン49等と縁との当接部P1~P4に挟み込まれることがなく、基準ピン49等を確実に嵌合することができる。

【0124】以上、基準孔30について述べたが、インク導入口16などその他の貫通孔についても同様に行うことができる。

【0125】このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口16からインクを取り込み、リザーバ14からノズル開口17に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、リード電極100を介して下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50と圧電体膜60とをたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口17からインク滴が吐出する。

【0126】(実施形態2)図8に、実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面を示す。

【0127】本実施形態は、下電極膜60の上部に、さらに絶縁体層を形成した以外は、上述の実施形態と同様である。

【0128】すなわち、本実施形態においても、上述の実施形態と同様に、まず、圧縮応力を有する弾性膜50及び引っ張り応力を有する下電極膜60を形成し、流路形成基板10の基準孔30を覆う部分に、所定形状の切欠き部41をエッチング等により形成する。

【0129】次いで、図8に示すように、下電極膜60の上部に、絶縁体層90を形成し、弾性膜50、下電極

膜60、及び絶縁体層90で多層膜40Aを構成する。このとき、絶縁体層90は、切欠き部41に対向する部分では、その形状に沿って成膜されるため、切欠き部41は維持される。

【0130】この絶縁体層90は、例えば、ポリイミド等の引っ張り方向の応力を有する材料で形成される。この際、上述の実施形態と同様に、本実施形態においても、多層膜40A全体としては、引っ張り応力を有することが必要である。

【0131】また、本実施形態では、切欠き部41を形成後に絶縁体層90を成膜したが、下電極膜60上に絶縁体層90を成膜後、全体に切欠き部を形成してもよい。

【0132】その後は、上述の実施形態と同様に、基準孔30のエッチングを行い、多層膜40Aの基準孔30に対応する部分を貫通して、基準孔30を開口する。

【0133】これにより、多層膜40Aは、全体として、さらに強い引っ張り応力を有するため、基準孔30の貫通作業において、多層膜40Aは確実にめくれあがる。

【0134】なお、多層膜は、上述の実施形態に限られず、多層膜全体として、引っ張り方向の応力を有していればよく、例えば、下電極膜60上に圧電体膜70及び上電極膜80が形成されていてもよい。また、この場合、切欠き部41は、少なくとも下電極膜60の厚さ方向の一部が切り欠かれていればよく、例えば、切欠き部41を形成した後、下電極膜60上に膜を形成するようにしてもよいし、膜を形成した後に下電極膜60まで届く切欠き部を形成するようにしてもよい。

【0135】(実施形態3)図9は、実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面図であり、図10は、図9のA-A'断面図である。

【0136】本実施形態は、切り欠き部41を形成する代りに、基準孔30を囲むと共に周囲より全体の膜厚が他の部分よりも薄い薄膜部42と、この薄膜部よりも全体として膜厚が厚く、基準孔30となる部分を覆う蓋部43とを設けた例である。

【0137】すなわち、図9及び図10(a)に示すように、例えば、基準孔30となる部分を覆う蓋部43及び蓋部43を囲む帯状の薄膜部42を、上述した膜形成プロセスと一緒に形成し、図10(b)に示すように、この状態で基準孔30のエッチングを行う。その後、図10(c)に示すように、蓋部43の基準孔30に対応する部分を除去することにより、基準孔30を形成する。この際、本実施形態では、薄膜部42と基準孔30との間に厚膜部43aが残存している。これは、基準孔30に対向する部分の膜除去が理想的に行われたためであり、膜除去の状態によっては、基準孔30の周囲には膜除去部が形成される場合もある。

【0138】この例では、蓋部43を弾性膜50及び下

10

20

30

40

50

電極膜60とし、薄膜部42を弾性膜50のみとしている。したがって、弾性膜50に欠陥があっても、エッチングの際にエッチングガスまたはエッチング液が反対側に侵入することがない。

【0139】また、蓋部43の除去工程は、針等で機械的に穿孔するあるいはレーザー光を照射するなどの物理的手段により行うことができる。なお、この除去工程は、蓋部43の残骸を吸引あるいは吹飛ばすことにより除去しながら行うことが好ましい。もちろん、薄膜部42又は、薄膜部42の周囲の厚膜部44を押えるような凹形状の蓋をして、吸引あるいは吹飛ばすことにより蓋部43を除去してもよい。

【0140】このような除去作業において、蓋部43の周囲に薄膜部42を有するので、蓋部43のみが容易に除去でき、また、その後、例えば、実装工程などにおいて、薄膜部42の周囲の厚膜部44の膜剥離が生じる虞がない。

【0141】なお、薄膜部42は、少なくともその外縁が基準孔30の開口外縁より外側に位置すればよい。したがって、薄膜部42の内縁が基準孔30に対向する位置にあってもよく、この場合には、基準孔30を覆う膜を除去した場合、その周囲には薄膜部42が存在することになる。

【0142】また、蓋部43の除去工程は、エッチングにより行ってもよい。この際、薄膜部42の存在によりオーバーエッチングによる膜剥離を防止することができ、蓋部43のみを確実に除去することができる。

【0143】以上、基準孔30について述べたが、インク導入口16などその他の貫通孔についても同様に行うことができる。

【0144】なお、本実施形態では、切り欠き部41の代りに、薄膜部42及び蓋部43を設けるようにしたが、これに限定されず、勿論、これらを組合わせて設けるようにしてもよい。例えば、図11に示すように、薄膜部42を切り欠き部41の外側で基準孔30を囲んで設けられ、切り欠き部41が蓋部43上に設けられるようにしてもよい。このような構成では、切り欠き部41によって、めくれ上がった多層膜40が、多層膜40が薄膜部42の外側まで剥離することがなく、必要以上に剥離するのを防止することができる。

【0145】（実施形態4）実施形態4に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面を図12に示す。

【0146】本実施形態は、蓋部及び薄膜部の構造を変更した以外は、実施形態3と同様である。

【0147】本実施形態では、図12に示すように、蓋部43Aを弾性膜50、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80で形成し、薄膜部42Aを弾性膜50及び下電極膜60で形成するようにした。

【0148】従って、エッチングの際に膜欠陥による漏れが確実に回避できる（図12（a）及び（b））。ま

た、蓋部43Aの周囲に帯状の薄膜部42Aを有するので、蓋部43Aの除去の際に蓋部43Aのみが簡便且つ確実に除去でき、その周囲の厚膜部44Aに膜剥離等の影響がでることがない。

【0149】ここで、図12（c）は、機械的加工により蓋部43Aを除去し、蓋部43A全体が除去された状態を示しており、蓋部43A除去後には、基準孔30の周囲に膜除去部43が存在し、その周囲に薄膜部42Aが形成されている。

10 【0150】なお、蓋部41Aの除去はエッチングにより行ってもよく、エッチングによっても、薄膜部42を有するので、オーバーエッチングによる膜剥離を防止することができる。

【0151】（実施形態5）実施形態5に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面を図13に示す。

【0152】本実施形態は、蓋部及び薄膜部の構造を変更した以外は、実施形態3と同様である。

20 【0153】本実施形態では、図13に示すように、蓋部43Bを弾性膜50及び下電極膜60で形成し、薄膜部42Bを全部の膜を除去した膜除去部とした。

【0154】この場合、蓋部43Bによりエッチングの際の漏れが確実に防止できる。また、蓋部43Bの周囲に帯状の薄膜部42Bが形成されているので、蓋部43Bの除去を簡便且つ確実に行うことができ、その周囲の厚膜部44Bに膜剥離等の影響がでることがない。

【0155】なお、蓋部43Bの除去は、物理的に行っても、エッチングによって行ってもよい。

【0156】（実施形態6）実施形態6に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面を図14に示す。

30 【0157】本実施形態は、蓋部及び薄膜部の構造を変更した以外は、実施形態3と同様である。

【0158】本実施形態では、図14に示すよう、蓋部43Cを弾性膜50のみで形成し、薄膜部42Cを弾性膜50の厚みの一部を除去したものとした。

【0159】この場合、弾性膜50を、膜欠陥がないように応力のコントロールを行って形成し、必要に応じて厚めに形成するようにする。この場合、蓋部43Cの周囲に帯状の薄膜部42Cが形成されているので、蓋部43Cの除去を簡便且つ確実に行うことができ、その周囲の厚膜部44Cに膜剥離等の影響がでることが確実に回避できる。

【0160】なお、蓋部43Cの除去は、物理的に行っても、エッチングによって行ってもよい。

【0161】また、図14（c）は、機械的加工により蓋部43Cを除去した状態を示しているが、エッチングによっても、薄膜部42Cを有するので、オーバーエッチングすることなく蓋部43Cのみを除去することができる。

50 【0162】さらに、薄膜部42Cは、弾性膜50を全て除去した膜除去部としてもよい。

【0163】(他の実施形態)以上、本発明の実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0164】例えば、上述した実施形態では、流路形成基板10に圧力発生室12と共にリザーバ14を形成しているが、共通インク室を形成する部材を流路形成基板に重ねて設けてもよい。

【0165】さらに、上述した各実施形態では、上電極膜とリード電極との接続部は、何れの場所に設けてもよく、圧力発生室の何れの端部でも又は中央部であってもよい。

【0166】また、上述の実施形態では、圧電素子とリード電極との間に絶縁層を設けた例を説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁層を設けずに、各上電極に異方性導電膜を熱溶着し、この異方性導電膜をリード電極と接続したり、その他、ワイヤボンディング等の各種ボンディング技術を用いて接続したりする構成としてもよい。

【0167】このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドの他、他のマイクロセンサ等のマイクロデバイスに応用することができる。

【0168】また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図15は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0169】図15に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット1A及び1Bは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0170】そして、駆動モータ6の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト7を介してキャリッジ3に伝達されることで、記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3はキャリッジ軸5に沿って移動される。一方、装置本体4にはキャリッジ3に沿ってプラテン8が設けられている。このプラテン8は図示しない紙送りモータの駆動力により回転できるようになっており、給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートSがプラテン8に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0171】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、貫通孔を覆う部分を全体として、内部に引っ張り応力を

有する多層膜を形成し、基板に貫通孔をエッチングで形成する際に、切欠き部を設けたことにより、エッチング後の多層膜を容易に且つ確実に貫通することができ、膜の飛散等を防止し、貫通孔に基準ピン等を正確に嵌合することができる。

【0172】また、基板に貫通孔をエッチングで形成する際に、蓋部及びこれを囲む薄膜部を設けることにより、エッチングの際の漏れが防止できると共に、エッチング後の蓋部の除去を簡便且つ確実に行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図3】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す断面図である。

【図4】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す断面図である。

【図5】本発明の実施形態1の要部基準孔の形成工程を示す断面図である。

【図6】本発明の実施形態1の要部を示す平面図である。

【図7】本発明の実施形態1の要部を示す平面図である。

【図8】本発明の実施形態2の要部を示す断面図である。

【図9】本発明の実施形態3の要部を示す平面図である。

【図10】図9のA-A'断面図である。

【図11】本発明の実施形態3の他の例を示す平面図である。

【図12】本発明の実施形態4の要部を示す断面図である。

【図13】本発明の実施形態5の要部を示す断面図である。

【図14】本発明の実施形態6の要部を示す断面図である。

【図15】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 10 流路形成基板
- 12 圧力発生室
- 17 ノズル開口
- 30 基準孔
- 40 多層膜
- 41 切り欠き部
- 42 薄膜部
- 43 蓋部
- 44 厚膜部

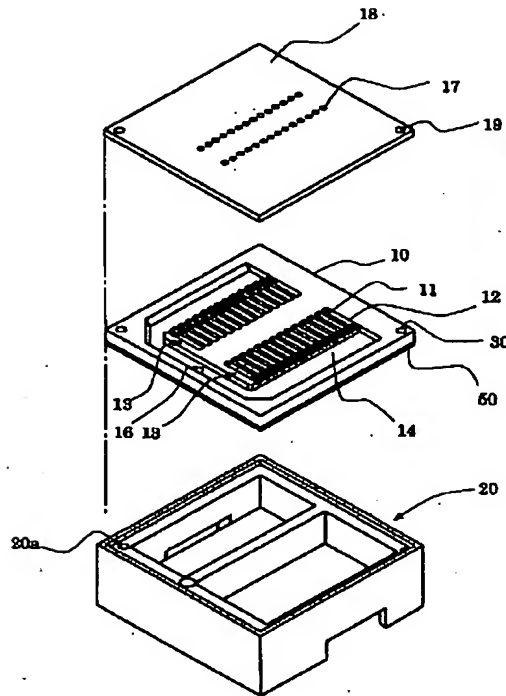
23

24

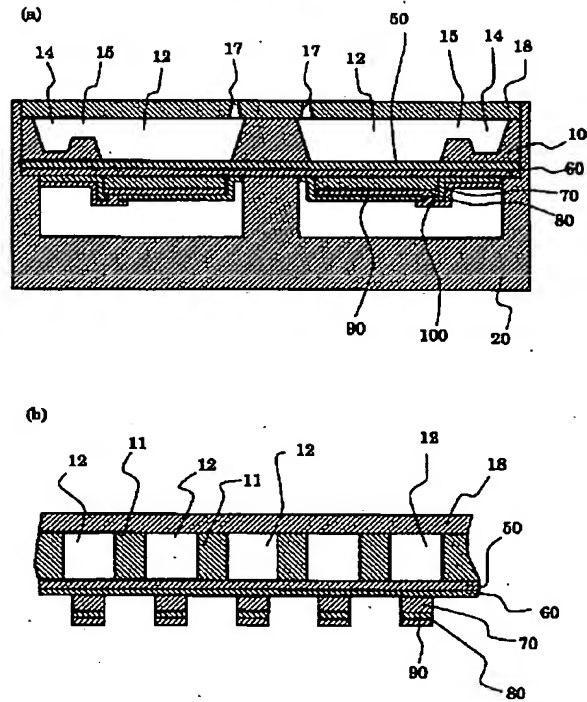
50 弾性膜
60 下電極膜
70 圧電体膜
80 上電極膜

90 絶縁体層
100 リード電極
300 圧電素子
320 圧電体能動部

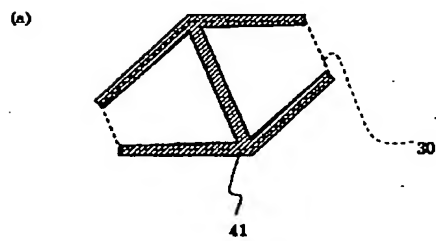
【図1】



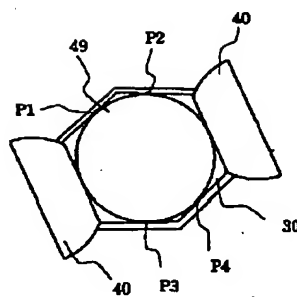
【図2】



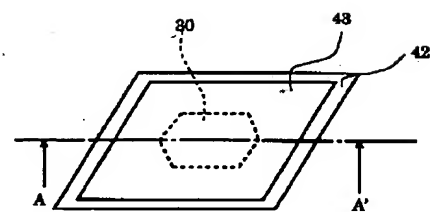
【図6】



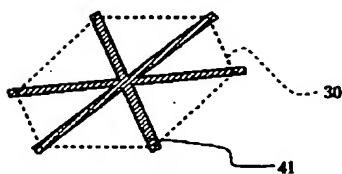
【図7】



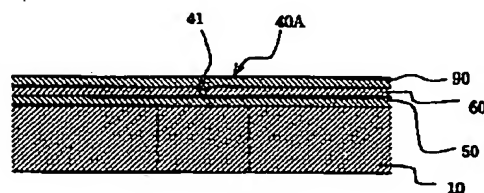
【図9】



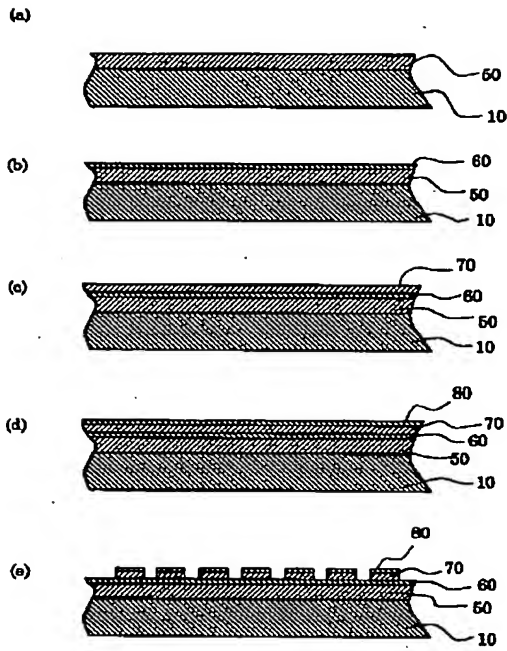
(b)



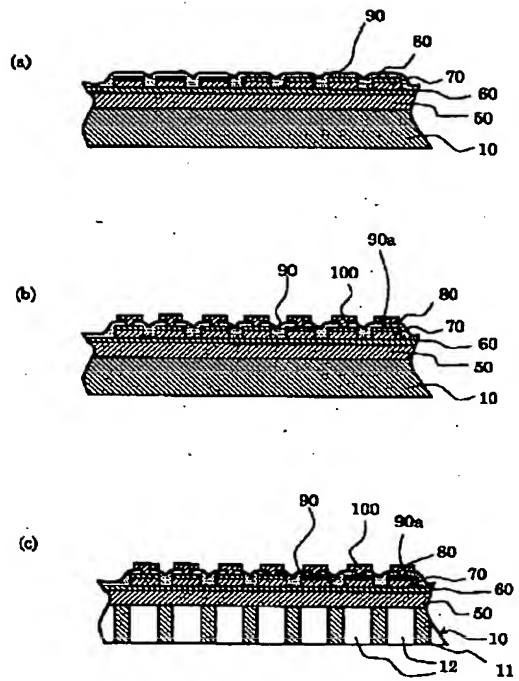
【図8】



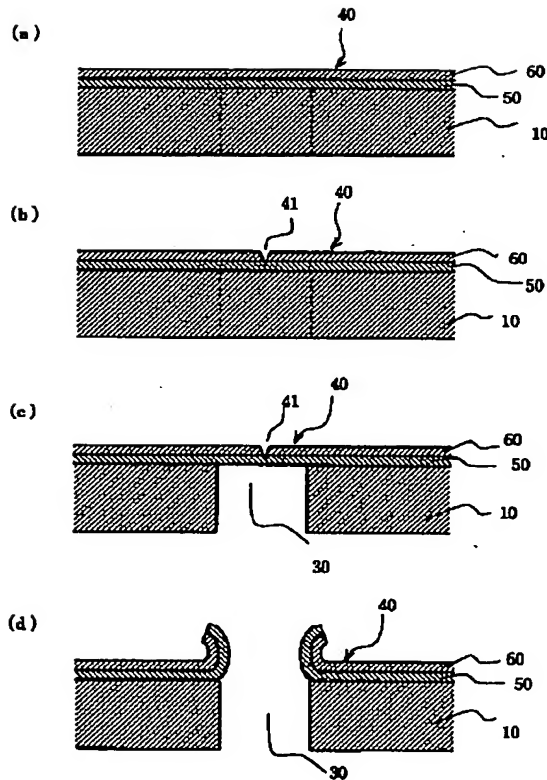
【図3】



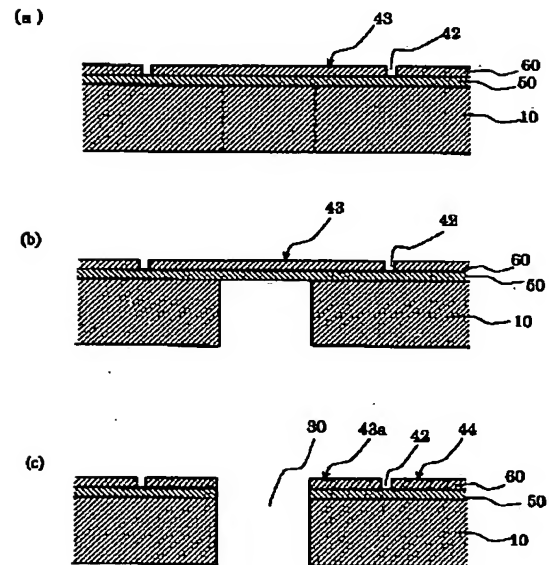
【図4】



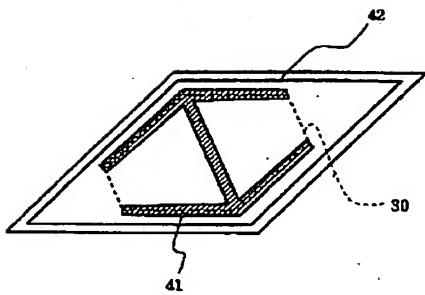
【図5】



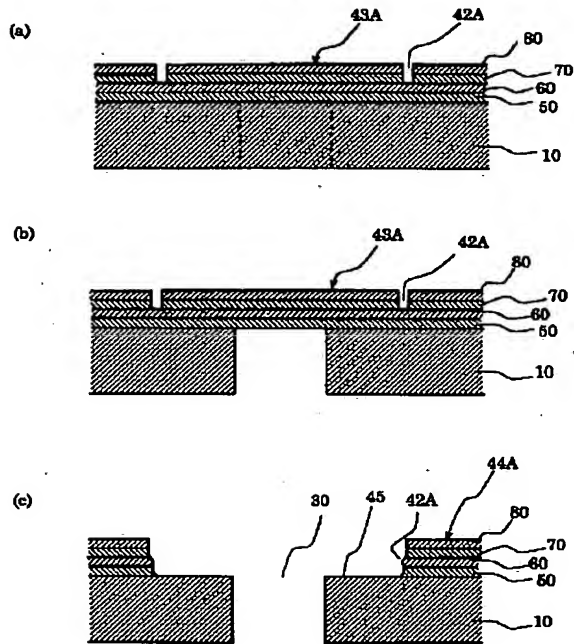
【図10】



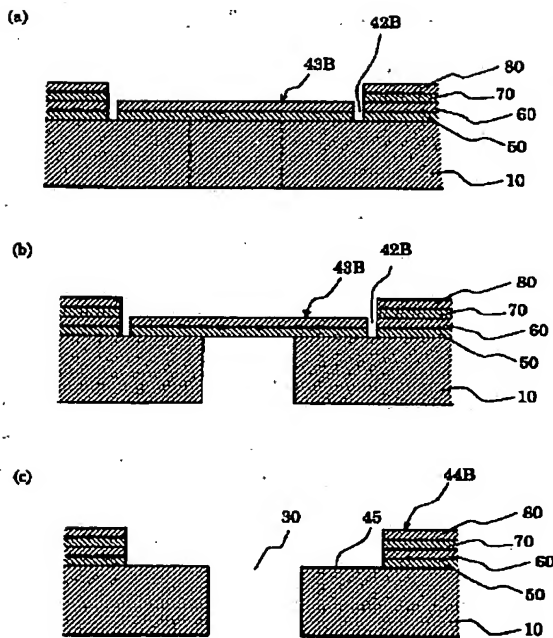
【図 11】



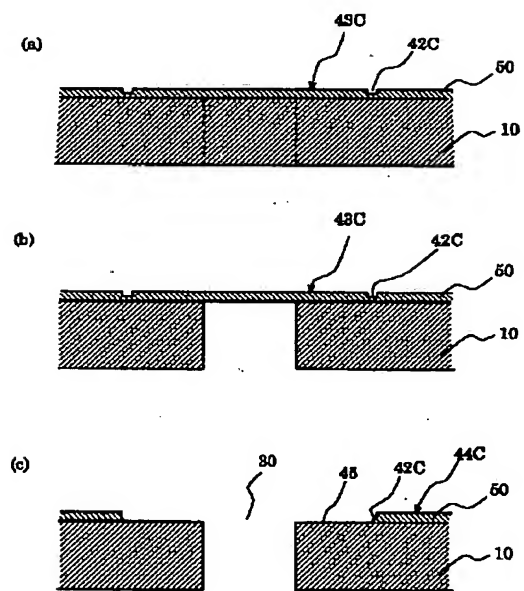
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【図 1 5】

